

# La osteosíntesis con placa volar como tratamiento de las fracturas complejas del radio distal.

## Comminuted intraarticular fractures of the distal radius treated with a volar plate.

A. J. ARENAS PLANELLES, J. A. ORTEGA ARRUTI, C. CORCHUELO MAÍLLO, A. ARENAS MIQUÉLEZ, M. ORTEGA SÁEZ

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL DE NAVARRA. PAMPLONA.

**Resumen.** Se presentan 45 casos de fractura compleja del radio distal tratados mediante reducción abierta y osteosíntesis con placa palmar. Los resultados fueron satisfactorios en 42 casos (93,3 %), con pocas complicaciones durante su evolución.

**Summary.** 45 cases of complex fracture of the distal radius are presented. They were treated by open reduction and stable fixation with a volar plate. The results were satisfactory in 42 cases (93,3 %), with few complications during their evolution.

**Introducción.** Las fracturas de la región distal del radio constituyen uno de los grupos de lesiones que se atienden con mayor frecuencia en los servicios de Urgencias. En su artículo publicado en 1991, Böhler apuntaba que estas lesiones comprendían entre el 10 % y el 25 % de la totalidad de las fracturas (1). Son lesiones que afectan preferentemente a las mujeres. Pfeiffer (1991) observaba que en una población de pacientes adultos, el 75 % de estas lesiones ocurrían en mujeres (2). En la serie de Frykman (1967), el 78 % de los casos eran también mujeres (3).

El tratamiento conservador era el de elección hasta hace algunos años, consistiendo en la reducción ortopédica e inmovilización con vendaje escayolado hasta la consolidación de la fractura. En las últimas décadas, sin embargo, se ha visto una tendencia progresiva al tratamiento quirúrgico de este tipo de fracturas, debido a los im-

portantes trastornos funcionales que acompañaban a los métodos ortopédicos. Revisando la bibliografía, son diversos los procedimientos quirúrgicos que se han utilizado para dar estabilidad a la fractura una vez conseguida su reducción de forma abierta u ortopédica: agujas de Kirschner, introducidas de forma tradicional (1,2,4,5) o según la técnica propuesta por Kapandji (1,2,6-8), fijadores externos de distintas modalidades (1,2,9-11), diversos tipos de placas, aplicadas tanto en la cara volar como en la cara dorsal de la parte distal del radio una vez reducida la fractura (1,2,12-14), etc.

El objetivo de este trabajo es presentar una serie de 45 casos de fracturas complejas del radio distal, diagnosticadas y tratadas en nuestro Servicio desde el año 1992 hasta finales del año 2004, utilizándose en todos ellos una placa palmar como método de osteosíntesis.

**Correspondencia:**  
Antonio Arenas Planelles.  
Servicio de C.O.T.  
Hospital de Navarra.  
C/Irunlarrea, 3.  
Pamplona 31008.  
[ajosearenas@yahoo.es](mailto:ajosearenas@yahoo.es)

**Material y métodos.** Para la realización de este estudio se ha revisado de forma retrospectiva el material clínico de 45 casos de fractura compleja del radio distal, tratados todos ellos en nuestro Servicio desde el año 1992 hasta finales del año 2004. No se ha realizado ningún tipo de selección de los pacientes, ya que se han incluido para el análisis todos los casos tratados con esta técnica durante el período de tiempo mencionado.

De cada uno de los casos revisados se han recogido datos clínicos, radiológicos y relacionados con la intervención quirúrgica, así como ciertos parámetros de diversa índole para la valoración de los resultados, calidad de los mismos y tiempo de evolución tras el tratamiento efectuado.

Entre los datos clínicos y radiológicos se ha recogido el sexo y la edad de los pacientes. Para mejorar la descripción de la muestra y facilitar los contrastes en el capítulo de resultados, los pacientes se han distribuido por su edad en tres grupos: A (pacientes cuya edad es igual o inferior a 40 años), B (pacientes con edades comprendidas entre 41 y 65 años) y C (pacientes cuya edad es igual o superior a 66 años). Se ha registrado asimismo el lado afectado y las características de la lesión: desplazamiento de la fractura, si existe o no afectación o trazo intra-articular, tipo de fractura, fracturas acompañantes de la porción distal del cúbito y otras lesiones asociadas en otras partes del organismo. Para la clasificación del tipo de fractura se ha utilizado el método propuesto por la AO (15), por ser un sistema válido y utilizado por muchos autores (4,5,13,16-20).

También se ha recogido el grado de osteoporosis tanto pre como postoperatoria que presentaban los pacientes. Para evaluar dicho dato se ha utilizado el sistema de cotación cifrada de la osteoporosis propuesto por Arenas y cols. en su trabajo publicado en el año 1991 (21). Dicho sistema consiste en valorar de forma independiente y subjetiva el grado de osteoporosis de la porción distal de radio y cúbito, del carpo y de la parte proximal de los metacarpianos, siguiendo criterios radiológicos conocidos

(adelgazamiento de la cortical o de las trabéculas óseas, rarefacción del hueso esponjoso, etc.). Si no existe osteoporosis, la cotación es 0. Si la osteoporosis es leve o moderada, se evalúa como 1. Y si el grado de osteoporosis es importante, la cotación es 2. Una vez conseguidas las 3 cifras correspondientes a la osteoporosis de radio y cúbito distal, del carpo y de los metacarpianos, se procede a la suma de los 3 valores, obteniendo de esta forma el valor global de la osteoporosis de la muñeca. También se han recogido ciertos datos radiológicos que sirven para evaluar la posible existencia de pérdidas de reducción y consolidaciones viciosas de las fracturas (basculación dorsal, desviación radial, acortamiento del radio por colapso de la fractura, existencia de irregularidades o hundimiento evidente residual en la superficie articular del radio, etc.).

Entre los datos relacionados con el tratamiento quirúrgico, se ha registrado el tiempo que se difirió la intervención, el lugar de implantación de la placa, el uso o no de inmovilización postoperatoria, la necesidad de retirar el material de osteosíntesis o de realizar otras reintervenciones, etc. También se ha registrado la existencia de ciertos datos que pueden condicionar el resultado final (dolor residual, rigidez articular de la muñeca, aparición de atrofia ósea de Sudeck durante el período evolutivo, etc.), el tiempo de recuperación de las lesiones y el resultado final de las mismas obtenido tras el tratamiento efectuado. El resultado ha sido reflejado de forma cualitativa, siguiendo los criterios citados a continuación: a) excelente: el paciente está muy satisfecho con el resultado obtenido, no presenta dolor, la movilidad articular es completa y libre, y el control radiográfico final no demuestra signos de consolidación viciosa; b) bueno: no existe dolor o éste es mínimo, la movilidad articular es casi normal (pérdida de menos de 10° del balance articular de la muñeca en cualquiera de sus sentidos) y los datos radiológicos muestran escasos signos de consolidación viciosa; c) regular: el paciente refiere dolor en la muñeca más o menos intenso, la movilidad articular está restringida de forma notable y la exploración

radiográfica final muestra signos evidentes de consolidación viciosa e irregularidades en la superficie articular del radio; y d) malo: el dolor referido por el paciente y la pérdida de movilidad articular son más severos que en el apartado anterior, y los datos radiológicos de consolidación viciosa son más acusados que en los casos evaluados con resultado regular.

Para el análisis de los datos obtenidos del estudio, se ha utilizado el programa estadístico SPSS 12.0 para Windows. Se ha recurrido a los Test de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para determinar si la distribución de los datos numéricos se ajustaba a la curva normal. Se han utilizado, así mismo, pruebas descriptivas de la muestra (parámetros estadísticos básicos, frecuencias en las variables cualitativas, etc.) para exponer las características de la misma. Al describir las medias, éstas han sido expresadas en todos los casos como "Media  $\pm$  Desviación Estándar". De igual forma, se ha facilitado también el Error Estándar de la Media (e.e.m.), con el fin de completar la descripción.

**Resultados.** La distribución de los datos no se ajustaba a la curva normal en ninguna de las variables numéricas.

La edad de los pacientes oscilaba entre 18 y 82 años, con un valor medio de  $42,38 \pm 19,14$  (e.e.m.: 2,85). Por grupos de edad, 26 correspondían al grupo A (57,8 %), 10 al grupo B (22,2 %) y los 9 casos restantes al grupo C (20 %). Por lo que respecta al sexo, 34 de los pacientes eran varones (75,6 %) y los 11 restantes eran mujeres (24,4 %). El lado derecho era el afectado en 22 casos (48,9 %) y el izquierdo en los restantes 23 (51,1 %).

Por lo que se refiere a las características de la fractura, en 35 casos el desplazamiento era en sentido palmar (77,8 %) (Figs. 1a y 1b), siendo dorsal el desplazamiento en los otros 10 casos (22,2 %) (Figs. 2a y 2b). 36 casos presentaban trazo articular en la fractura (80 %), y en 20 pacientes se apreciaba una fractura de la porción distal del cúbito de forma asociada a la fractura del radio distal (44,4 %). No se apreció luxa-



**Figura 1.** Estudio radiográfico en proyecciones A-P y lateral de muñeca en el que se apreciaba una fractura del radio distal con desplazamiento en sentido palmar (tipo B3).

ción radio-cubital distal en ninguno de los casos de la serie. El tipo de la fractura según la clasificación propuesta por la AO ha venido distribuido como sigue: A2 (2 casos - 4,4 %), A3 (7 casos - 15,6 %), B3 (31 casos - 68,9 %), C1 (1 caso - 2,2 %), C2 (3 casos - 6,7 %) y C3 (1 caso - 2,2 %). Una de las fracturas era abierta (2,2 %). Seis de los pacientes de la serie presentaban lesiones a otros niveles: uno sufrió una fractura de tibia, otro paciente cursó con una fractura de fémur combinada con la fractura de la muñeca, un tercer caso presentaba una fractura de esternón y de una vértebra torá-



**Figura 2.** Estudio radiográfico de muñeca en 2 proyecciones que pone de manifiesto una fractura distal de radio con desplazamiento dorsal (tipo A3).

cica, en otro de los casos se asoció una luxación de cadera, y en 2 de los pacientes se diagnosticó una fractura diafisaria de radio y cúbito del lado contralateral. 11 de los casos presentaban osteoporosis regional en el momento de producirse la fractura (24,4 %): la cotación cifrada era de "2" en 5 casos, de "3", en otros 5 pacientes, y de "4" en el caso restante.

En 10 casos, el tratamiento quirúrgico fue efectuado en el mismo día en que se produjo la fractura. En los restantes casos, la intervención no se realizó de forma urgente. De entrada, los pacientes fueron tratados

por otros procedimientos (reducción bajo anestesia local e inmovilización con yeso braquio-ante-braquial en casi todos los casos) que no consiguieron el objetivo buscado y motivaron la intervención de forma diferida. El retraso que sufrió dicha intervención osciló entre 1 día y 90 días (retardo de consolidación que justificó el gesto quirúrgico), con un valor medio de  $7,35 \pm 1,23$  (e.e.m.: 0,74). En todos los casos de la serie se utilizó una vía de abordaje volar con liberación del túnel carpiano para exponer el foco de fractura (22). Una vez conseguida la reducción, se procedió a la estabilización de la misma mediante una placa en forma de T (Synthes), aplicada en la cara volar del radio. Tras la intervención, en 14 casos se utilizó una inmovilización con escayola durante un período de 2 a 5 semanas para facilitar la cicatrización de las partes blandas y dar más estabilidad a la reducción. No fue necesario retirar el material de osteosíntesis en ninguno de los casos de la serie.

El tiempo de recuperación de los pacientes osciló entre 3 y 18 meses, con un valor medio de  $6,18 \pm 4,22$  meses (e.e.m.: 0,63). De los 45 pacientes, 2 cursaron con dolor residual en la región de la muñeca (4,4 %), 8 casos presentaron rigidez articular final de diversa importancia (17,8 %) y en 1 caso fue diagnosticada una atrofia ósea de Sudeck durante su evolución (2,2 %). En 26 de los pacientes de la casuística se observó una osteoporosis regional en el control radiográfico efectuado en la fecha de la última revisión en consulta (57,8 %): la cotación cifrada de dicha osteoporosis era de "1" en 1 caso, de "2" en 6 casos, de "3", en otros 6 casos, de "4", en 6 casos más, de "5", en 3 pacientes, y de "6", en los 4 casos restantes. Algunos pacientes presentaron pérdidas de reducción y consolidación viciosa de la fractura. En 10 de los pacientes se demostró un acortamiento ligero del radio que oscilaba entre 1 y 2 mm. (22,2 %). Ocho de los pacientes presentaron una basculación o desviación palmar del fragmento epifisario de la fractura, que fue leve (menos de  $5^\circ$ ) en 2 casos, moderada (entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$ ) en 4, y severa (más de  $10^\circ$ ) en los 2 casos restantes.

No se encontró ningún caso de consolidación viciosa en basculación dorsal ni en desviación radial de la fractura. En 2 de los pacientes, el control radiográfico mostró una irregularidad marcada en la superficie articular del radio (4,4 %).

En cuanto a los resultados, 32 casos fueron catalogados como excelentes (71,1 %), 10 como buenos (22,2 %), y tan sólo 3 casos presentaron un resultado regular (6,7 %). No hubo ningún resultado malo en la serie. Los 3 resultados regulares se produjeron en 3 pacientes varones, de 36, 48 y 63 años de edad. Los 3 casos ocurrieron en fracturas tipo B3 con trazo articular y desplazamiento en sentido palmar. 2 de los pacientes presentaron dolor residual, y los 3 casos cursaron con rigidez articular. El único caso que fue diagnosticado de atrofia ósea de Sudeck se encontraba entre los resultados regulares. Entre los datos aportados por el estudio radiográfico, los 3 resultados regulares presentaban osteoporosis regional moderada o severa (cotaciones cifradas 3, 4 y 6), en 1 se apreciaba una irregularidad en la superficie articular, en 2 de los casos se objetivó una consolidación viciosa en basculación palmar, y en otros 2, un acortamiento de radio de 2 mm. Uno de los pacientes fue sometido a una reintervención que consistió en una limpieza quirúrgica de una infección de la herida quirúrgica, evolucionando de forma satisfactoria tras la misma.

**Discusión.** El tratamiento de las fracturas del radio distal debe ir dirigido a la restauración de la anatomía de la zona, lo que conduce a los mejores resultados tanto a corto como a largo plazo (23). Se han descrito en la literatura médica una serie de guías o criterios radiológicos para poder considerar aceptable la reducción de una fractura (23): acortamiento del radio de menos de 5mm, inclinación radial de más de 15°, basculación en el plano sagital (en la proyección radiográfica lateral) comprendida entre 15° de desplazamiento dorsal y 20° de inclinación palmar, escalón articular en la articulación radio-carpiana inferior a 2 mm, e incongruencia articular de menos

de 2 mm en la escotadura sigmoidea del radio distal. La osteosíntesis interna, tal y como se utiliza en la actualidad, puede resistir compresión y además servir de tope y compartir la carga (24). Para el tratamiento de estas lesiones es necesario un conocimiento amplio de la anatomía local y de los abordajes quirúrgicos para poder obtener unos resultados satisfactorios tras la fijación interna (24). La reducción abierta y la fijación interna han evolucionado en los últimos años, cambiando su indicación en las fracturas marginales de la porción distal del radio por una mucho más amplia que puede ser utilizada en la gran mayoría de las fracturas distales del radio, antes tratadas por otros procedimientos (24). Algunos autores han apuntado la eficacia y seguridad del uso de las placas en las fracturas distales del radio, y su utilidad sobre todo en las fracturas complejas de la zona (25). Sin embargo, esta técnica debe utilizarse preferentemente en pacientes jóvenes y con huesos no osteoporóticos con el fin de que el anclaje de los tornillos sea el adecuado (1,2). En la serie que presentamos predominaban los pacientes de edad media y baja (hasta 40 años de edad), lo que coincide con lo expuesto por los anteriores autores.

La osteosíntesis con placa puede conseguir la restauración directa de la anatomía del radio distal y puede aportar la estabilidad suficiente a la fractura para permitir un período corto de inmovilización y un retorno precoz a la función normal de la muñeca, esencial para la correcta recuperación de los pacientes con este tipo de lesiones (1,2,13,23,24,26-29). La principal limitación de esta técnica es la restauración de la congruencia articular en algunas de las fracturas más complejas de la región de la muñeca (13). La técnica quirúrgica debe ser estricta y conseguir una reducción anatómica y estable, con todos los fragmentos fracturarios bien mantenidos en su sitio, para prevenir las complicaciones tanto neurológicas como tendinosas (30). Además, una técnica precisa es la mayor garantía para conseguir un buen resultado funcional (30). En cuanto al tipo de fractura, las fracturas desplazadas intraarticulares del radio distal requieren



de una reducción abierta para permitir una reconstrucción anatómica de las dos articulaciones del radio distal (radio-carpiana y radio-cubital distal) y de las 3 columnas mecánicas de la muñeca: la columna medial, constituida por la parte distal del cúbito, y las columnas intermedia y lateral, formadas por el extremo distal del radio (31). Por lo que se refiere a las fracturas extraarticulares con severa conminución y acortamiento, la reducción abierta y la fijación interna con placa permiten mantener la longitud radial, y de esta forma, la congruencia articular de la articulación radio-cubital distal (31). En algunos trabajos se recomienda realizar la técnica de colocación de la placa a través de un abordaje amplio, evitando en lo posible incisiones de tamaño reducido (24). En cuanto a su localización, la placa puede ser aplicada tanto en la cara palmar como en la superficie dorsal del radio (1,32). Generalmente, las placas se colocan en la cara palmar del radio, aunque algunos implantes pueden fijarse en su cara dorsal. Cuando es así, las placas deben ser muy delgadas con el fin de que no ocupen demasiado espacio y no interfieran con la función de los tendones extensores (27). En la actualidad, las placas de osteosíntesis para el radio distal están bien perfiladas para adaptarse lo más posible a la anatomía de la zona, y son muy finas para disminuir la irritación tendinosa (33). Existen dos tipos de placas: las convencionales y bloqueadas, y las placas de sostén (23). Las convencionales y bloqueadas sirven para tratar las fracturas con conminución metafisaria y preservar la congruencia articular. Con este tipo de placa, las fracturas intraarticulares son reducidas directamente. Las placas de sostén se utilizan para reducir y estabilizar las fracturas intraarticulares verticales por cizallamiento debido a un efecto antideslizamiento. Mediante este tipo de implante, la placa misma ayuda a reducir la fractura articular (23).

Los resultados que se obtienen mediante este tipo de osteosíntesis suelen ser buenos en general. Fitoussi y cols. observaron un 82 % de resultados buenos o excelentes entre sus pacientes (13). Axelrod y McMurtry, en su trabajo publicado en 1990,

apuntaron unos resultados funcionales y radiográficos excelentes, consiguiendo restaurar la congruencia articular en el 88 % de los casos. Además, los resultados subjetivos fueron muy buenos, siendo muy alto el grado de satisfacción de sus pacientes que retornaron en un 89 % de los casos a sus actividades previas (34). Para Letsch y cols., los resultados radiográficos fueron buenos o excelentes en el 87,7 % de los casos y los resultados funcionales satisfactorios en el 90,2 % (32). Finalmente, Beharrie y cols., en su trabajo publicado en 2004, encontraron un 17 % de resultados buenos y un 83 % de excelentes entre sus pacientes (35). En nuestra serie, hemos observado unos resultados buenos o excelentes en más del 90 % de los casos. Existen una serie de factores que han sido considerados determinantes para poder obtener un buen resultado funcional. Entre éstos pueden citarse la buena congruencia articular tras la reducción, la ausencia de complicaciones durante el período evolutivo y la edad de los pacientes (12). Distintos autores han observado una clara relación entre la calidad de la restauración anatómica tras la reducción y el buen resultado funcional (36-38). En pacientes que desarrollan una gran actividad física, la restauración de la anatomía articular es necesaria para permitir una correcta función y prevenir de esta forma la ulterior artrosis postraumática (12). La edad de los pacientes es otro factor a tener muy en cuenta. Reducciones insuficientes con incongruencia articular marcada presentan una mejor evolución en pacientes de edad avanzada, pues éstos tienen una mayor tolerancia a la deformidad residual (3,39). Otros autores, por el contrario, han observado peores resultados en pacientes con edades superiores a los 80 años, especialmente en mujeres (32). Otros datos radiológicos que se han visto acompañados de malos resultados funcionales son la existencia de signos de artrosis radio-carpiana en los controles radiográficos precoces, y la inversión de la basculación palmar normal de la carilla articular del radio (17).

En la actualidad son muchos los autores que recomiendan tratar las fracturas del ra-

dio distal por medio de una reducción a cielo abierto a través de un abordaje dorsal, seguida de una fijación interna con una placa aplicada en la cara dorsal del extremo del radio (40-45). Utilizan este tipo de tratamiento en fracturas complejas conminutas intraarticulares inestables del radio distal, especialmente en los casos que presentan desplazamiento en sentido dorsal (tipos C2 y C3 de la clasificación propuesta por la AO) (13,25,28,40,41,44). Krukhaug y Hove, en su trabajo publicado en el año 2004, presentaban 32 fracturas distales de radio tipo C3 de AO, con un escalón articular de más de 1 mm y un decalaje entre los fragmentos de más de 3 mm, que fueron tratadas mediante una reducción abierta y fijación interna con una placa dorsal (43). Otros autores, sin embargo, creen que sólo debe utilizarse este procedimiento cuando no sea posible conseguir la reducción por un abordaje volar, o en los casos en que exista una importante conminución en la zona dorsal (33). Dicho abordaje dorsal, cuando está indicado, permitirá según algunos autores una reducción más anatómica de la fractura y un mejor resultado funcional (32).

Por lo que se refiere al material de síntesis, debe utilizarse alguno de bajo perfil, que no sobresalga en exceso de la cortical del radio (40). Revisando la bibliografía hemos encontrado descritos dos métodos distintos de fijación: la placa dorsal Pi (II) diseñada por el grupo AO (41-43,45,46), y el uso de dos placas dorsales estrechas (31,41). Rikli y Regazzoni, en su trabajo publicado en 1996, revisaron una serie de 20 fracturas complejas de radio distal tratadas por medio de una reducción abierta seguida de una osteosíntesis interna con dos placas estrechas aplicadas dorsalmente en la porción distal del radio, las cuales estabilizan dos de las tres columnas mecánicas de la muñeca (lateral e intermedia). Para estos autores, dichas placas, a pesar de ser estrechas, aportan una buena estabilidad al foco de fractura, permitiendo una movilización precoz de la muñeca y consiguiendo un resultado satisfactorio en todos los casos (31). González del Pino y Rodríguez-Merchán, en su editorial publicado en el año 2003, apuntaban que la placa Pi

podía generar un conflicto de espacio en el compartimento extensor, además de una deficiente estabilización del foco de fractura debido a que se aplica en la cortical dorsal del radio cuyas características estructurales y mecánicas no la hacen adecuada para este fin (46). Hahnloser y cols. publicaron un trabajo en 1999 en el que trataban una serie de fracturas complejas de radio distal utilizando los dos métodos de osteosíntesis ya comentados, tras la reducción abierta de las fracturas. En dicho artículo, los autores indican que los resultados obtenidos en el grupo de casos tratados con placa Pi fueron desalentadores tanto subjetiva como objetivamente, con una alta proporción de complicaciones (14,3 %), una movilidad limitada a la flexo-extensión y a la desviación radial y cubital, y unos resultados buenos o excelentes en tan sólo el 56 % de los casos. Por el contrario, en el conjunto de casos tratados con doble placa dorsal, la movilidad de la muñeca era significativamente mejor, no se apreció la existencia de complicaciones, y el porcentaje de resultados buenos o excelentes fue mucho más elevado (82 %). Apoyándose en dichos hallazgos, los autores recomiendan el uso de la doble placa dorsal en este tipo de lesiones (41).

Los resultados de este método de tratamiento son variables dependiendo de las series revisadas. Mientras algunos autores encuentran resultados funcionales correctos (33), significativamente mejores que los obtenidos con las placas volares (32), otros han observado unos resultados menos ilusionantes (42). Osada y cols. (2004) observaron resultados buenos o excelentes en los 41 casos de su serie (36 casos excelentes y 5 buenos), considerando estos autores a este método como adecuado para el tratamiento de este tipo de lesiones (44). Carter y cols. (1998) apuntaron que la reducción se mantuvo de forma satisfactoria en el 88 % de sus casos con este tipo de osteosíntesis y que los resultados fueron buenos o excelentes en el 95 % de ellos (40). Krukhaug y Hove (2004) aportaron unos resultados radiológicos correctos, con una alineación extra e intraarticular buena o excelente en todos sus casos (43). Fawzy y cols. (2005), en su serie

de 23 casos observaron 4 resultados excelentes, 10 buenos, 7 regulares y 2 malos. En el aspecto radiológico, 12 casos tuvieron un resultado excelente, en 10 el resultado fue bueno, y en sólo uno fue regular. 7 casos de la serie precisaron de la retirada de la placa, por irritación tendinosa, y hubo un bajo registro de complicaciones (45). En el trabajo de Ring y cols. (1997), los autores registraron una movilidad final media de la muñeca lesionada de un 76 % de la del lado contralateral. Además, la fuerza de empuñadura media de la mano traumatizada se encontraba limitada hasta un 56 % de la mano contraria sana (25). Finalmente, en la serie de Campbell (2000), los resultados fueron excelentes en 4 casos, buenos en 11, y regulares en los 10 restantes. Por otra parte, se presentaron complicaciones en 5 de los 25 casos de la serie (42).

Para acabar con el capítulo de las placas dorsales, nos parece conveniente pasar revista a los posibles riesgos e inconvenientes relacionados con esta modalidad de osteosíntesis. Hay que empezar diciendo que la incidencia de complicaciones tardías en general es más elevada con esta forma de tratamiento que con otras (47). Cualquier sistema de osteosíntesis, especialmente las placas, aplicado en el lado dorsal de la parte distal del radio puede dar lugar a la aparición de sinovitis e irritación de los tendones extensores, o incluso a la ruptura de los mismos (13,14,23,25,33,34,40,47-51). Debido a esto, se recomienda normalmente retirar la placa de forma precoz, entre los 4 y 6 meses tras la intervención primaria (13,23,33,51). También se han descrito ruptura de los tendones flexores por su rozamiento con la punta de los tornillos de una placa dorsal que sobresalen y hacen prominencia en la cara palmar del radio (50). Por otra parte, los abordajes dorsales generan una cicatriz dorsal gruesa y una retracción de la cápsula dorsal de la muñeca, que condiciona una pérdida de la flexión palmar de la misma (33). Otras complicaciones descritas en la bibliografía son la pérdida de reducción de la fractura, que puede ocurrir en fracturas muy conminutas e inestables (44), la presentación de colapsos de

la cortical volar (47), etc. En nuestra serie no tenemos experiencia en el uso de este método de osteosíntesis.

Frente a lo comentado hasta ahora sobre el uso de placas dorsales, otros muchos autores, con los que coincidimos, prefieren la reducción abierta de estas fracturas por un abordaje palmar y su posterior estabilización con placas aplicadas en la cara volar de la parte distal del radio (12,17,26,28-30,47,49,51-57) (Figs. 3a y 3b). La indicación fundamental para practicar reducción abierta y osteosíntesis interna con placa volar son las fracturas complejas del radio distal en las que los fragmentos articulares están desplazados, rotados o impactados, y no pueden ser reducidos por métodos ortopédicos (12). En general, la osteosíntesis con placa volar se utiliza en fracturas inestables con desplazamiento palmar del fragmento distal del radio (1,2,13,16,17,27,30,58-60), y en aquellas otras en que se encuentra afectado el reborde o margen palmar de dicho hueso (26,61). Pero existen autores que incluso recomiendan el abordaje y la osteosíntesis con placa palmar en fracturas con desplazamiento dorsal (14,28,33,55,57,62), pues lo consideran un buen método de tratamiento que proporciona los beneficios de la fijación interna, evitando los problemas asociados a la implantación de placas dorsales (57,62). Kreder y cols., en su trabajo publicado en el año 2005, recomendaban el uso de un abordaje volar para la reducción y la osteosíntesis de la fractura con placa palmar en los casos en que la reducción cerrada revelaba inestabilidad en el borde cubital-palmar del radio (63). Por otra parte, Smith y Henry (2005) creen que la vía de abordaje palmar es especialmente ventajosa en pacientes ancianos osteoporóticos y en casos de fracturas conminutas producidas por traumatismos de alta energía (56).

En los últimos años ha ido cambiando la tendencia y cada vez es más habitual la utilización de la vía de abordaje palmar (46). Entre las ventajas de este procedimiento, el abordaje volar permite la reducción de la mayoría de las fracturas, independientemente del sentido del desplazamiento. Además, a través de este abordaje



se pueden reducir de forma correcta la mayoría de los fragmentos articulares. Por otra parte, la aplicación de la placa en la cara volar es la más apropiada pues la cortical en esa localización es la que permite un mejor anclaje del material de osteosíntesis por tener un mejor soporte estructural (46). Otra ventaja de este abordaje está en la evidencia anatómica del mayor espacio en el lado volar para la colocación de la placa y la posibilidad de cubrirla con el músculo pronador cuadrado, lo que evita que el material de osteosíntesis roce con los tendones flexores y el nervio mediano, reduciendo el riesgo de su lesión (14,17). Además, la fijación es estable, permite una movilización precoz y va acompañada de un bajo índice de complicaciones tendinosas y de otras partes blandas (29,56,61). Algunos autores creen que en fracturas complejas de la parte distal del radio con conminución dorsal y volar y con importante colapso metafisario, el tratamiento de elección debe ser la reducción abierta por un abordaje combinado dorsal-palmar, asociando a esto una estabilización con una placa aplicada en la cara volar del radio (33,46).

Cuando las placas se implantan en la cara volar del radio, se pueden utilizar de dos formas distintas. Generalmente, en fracturas con desplazamiento palmar, la placa se debe fijar con al menos 2 tornillos en la zona epifisaria (60) (Figs. 3a y 3b). Sin embargo, en el caso de fracturas articulares tipo B3, cuando son tratadas con placa palmar, esta debe utilizarse con efecto consola o soporte (16,17,26-28,58-60) (Figs. 4a y 4b), sin que sea preciso normalmente aplicar tornillos en el fragmento distal (60). Cuando las placas volares se utilizan para tratar fracturas con desplazamiento dorsal, los modernos implantes aplicados en la cortical volar permiten estabilizar los fragmentos desplazados en ese sentido mediante un doble sistema. Por una parte, por el atornillado directo de los mismos a través de la placa palmar. Por otra, por el soporte subcondral, y por tanto articular, mediante tornillos y pernos roscados a la placa, es decir, sistemas "a ángulo fijo", con máxima resistencia a las cargas axiales. En esta situación,



**Figura 3.** Estudio radiográfico de muñeca en proyecciones A-P y lateral que muestra una fractura distal de radio tratada mediante reducción y osteosíntesis con placa volar.

el montaje es un verdadero fijador interno, que evita por un lado el desplazamiento de los fragmentos, y por otro, el colapso masivo de la fractura en bloque. Todos los fragmentos están solidarizados entre sí a través de la placa, y ésta lo está a la propia fractura, quedando el montaje solidarizado al hueso proximal sano. De esta forma, la solidez del sistema permite en la mayoría de los casos una movilización activa inmediata. Por otra parte, no se debe adaptar la fractura al implante sino este mismo a la fractura (46).



**Figura 4.** Fractura de muñeca tratada con placa palmar con efecto consola o sostén. Se aprecia el uso de un solo tornillo para sujetar la placa en el fragmento epifisario.

Los resultados obtenidos tras el tratamiento con placas volares son buenos en general al revisar las distintas series publicadas. Kamano y cols., en su trabajo publicado en el año 2002, recopilaban 33 casos de fractura distal de radio tratados con placa palmar por abordaje palmar. En esta serie observaron 12 casos con resultado excelente, 20 resultados buenos y tan sólo 1 regular (presentaba fractura asociada de escafoides carpiano y de cúbito del mismo lado). La consolidación se consiguió de forma co-

rrecta en todos los casos, sin detectarse pérdidas de corrección radiográfica (51). En la serie de Smith y cols. (1988) de 17 casos, 12 resultados fueron excelentes, 2 fueron buenos y 3 regulares (en dos de ellos no se pudo conseguir una restauración anatómica de la superficie articular durante la intervención quirúrgica y en el tercero de los casos, el tratamiento se efectuó de forma tardía, a las 6 semanas de ocurrida la lesión) (26). Vilatela-Fernandez y cols. (1993) presentaban en su trabajo 20 casos de fracturas complejas del radio distal tratados mediante reducción abierta y osteosíntesis con placa palmar atornillada. En esta serie, los resultados funcionales fueron buenos o excelentes en 17 de los 20 casos (12). Arora y cols. (2005) presentaban 19 casos de fractura del radio distal con desplazamiento dorsal del fragmento epifisario. Entre estos casos, el resultado fue bueno en general, tanto en el aspecto funcional como radiológico, con mínimas pérdidas de corrección (55). Ducloyer y Kerboul, en su revisión casuística publicada en 1990 que incluía 55 casos de fracturas distales de radio con desplazamiento palmar, tratadas por medio de reducción abierta y placa palmar, encontraron resultados buenos o excelentes en el 78 % de los casos. Además, observaron que cuando la reducción quirúrgica fue correcta, los resultados siempre fueron buenos o excelentes (30). Jupiter y cols. (1996) aportaron una serie de 49 casos de fractura tipo B3 tratadas con abordaje y osteosíntesis con placa palmar. Entre sus casos encontraron un 80 % de resultados buenos o excelentes (10 buenos y 31 excelentes) y 8 casos presentaron un resultado regular (17). Martinet y cols. (2004) aportaron una serie de 12 casos de fractura compleja del radio distal tratados con osteosíntesis con placa palmar con resultados buenos o excelentes en todos ellos. Los pacientes así tratados no referían dolor en sus actividades de la vida diaria y se encontraban satisfechos con el resultado obtenido (54). Lee y Tan (1992) presentaron 15 casos de fractura conminuta articular del radio distal tratados con osteosíntesis con placa palmar. Al revisar sus resultados observaron que 7 casos (46 %) se en-

contraban libres de dolor, y en 8 (53 %), el dolor era moderado al realizar actividades forzadas de la muñeca. En todos los casos, el rango de movilidad era funcional (52).

Entre las complicaciones asociadas a la utilización de placas palmares para la fijación de estas fracturas, se han descrito las siguientes: neuropatía compresiva del nervio mediano (12, 47, 49), mejoradas tras la extracción de la placa (12), rupturas tendinosas del flexor largo (64) o del extensor largo del pulgar (49), síndromes compartimentales (49), etc. En nuestra serie se ha utilizado siempre la vía de abordaje y la osteosíntesis con placa palmar, con unos resultados muy buenos en la gran mayoría de los casos.

Al revisar las indicaciones de los abordajes, normalmente la vía dorsal es necesaria para una visualización clara de las fracturas intraarticulares, mientras que el abordaje palmar puede resultar más útil para el tratamiento de las fracturas extraarticulares (24,25,31,49,58). Como regla general, el abordaje deberá realizarse dependiendo del desplazamiento de la fractura, es decir, se utilizará la vía dorsal cuando exista desplazamiento dorsal y la vía palmar en los casos en que el desplazamiento epifisario del radio sea en sentido volar (9,24). En ocasiones, sin embargo, puede precisarse un abordaje por doble vía para poder visualizar mejor la fractura, pero no se deben aplicar placas de osteosíntesis en los dos lados del hueso (24), aunque existen autores que las recomiendan en algunas circunstancias (10,19,65). En la serie publicada por Fitoussi y cols. en el año 1997 se utilizó una segunda placa en los casos en que la reducción no podía ser mantenida con una sola placa o cuando la superficie articular del radio no podía ser restaurada a la normalidad durante la intervención usando sólo una placa (13). Ring y cols. (2004) presentaron una serie de 25 casos de fracturas complejas de la parte distal del radio, con conminución de la superficie articular y de la zona metafisaria (tipo C3), que fueron tratadas con reducción a cielo abierto por doble vía dorsal-volar y osteosíntesis con placa combinada dorsal-volar. Los resultados tras dicho método de tratamiento fueron buenos

o excelentes en 24 casos (96 %), aunque 21 de ellos precisaron de la retirada de las placas y 2 casos sufrieron rupturas tendinosas que requirieron reconstrucción quirúrgica. Basándose en sus resultados, los autores consideran esta modalidad de osteosíntesis un buen sistema de fijación en fracturas muy complejas y conminutas, con el que pueden conseguir una reducción estable y que permite la movilización precoz de la muñeca (19).

En el tratamiento de las fracturas complejas del radio distal se han utilizado también otros tipos de placas que vamos a comentar. Ruch y cols., en su trabajo publicado en el año 2005 presentaron una serie de 22 fracturas complejas de la parte distal del radio, con importante conminución tanto epifiso-metafisaria como de la zona diafisaria (20 casos tipo C3 y 2 casos tipo A3) que fueron tratadas quirúrgicamente por medio de una reducción a cielo abierto de la superficie articular radial, a lo que asociaron una osteosíntesis con una placa de distracción dorsal larga (anclada en la zona proximal-media del radio y en el tercer meta-carpiano). Según los autores, dicha placa mantiene la reducción de forma correcta y evita el colapso de la fractura, no anclándose en la parte distal del radio con conminución grave. Como inconveniente, la placa debe retirarse por sistema tras la consolidación (4 meses de tiempo medio), iniciándose entonces la movilización activa de la muñeca. Con dicha técnica, los autores han encontrado resultados excelentes en 14 casos, buenos en 6 y regulares en los 2 restantes. Como conclusión, los autores apuntan que la placa cumple una función similar a un fijador externo, manteniendo la distancia en el foco de fractura, pero el montaje conseguido con la placa evita el riesgo de la infección de las fichas del fijador externo y es más estable, lo que permite una recuperación más precoz de los pacientes (20). Esta técnica descrita por Ruch y cols. no era nueva y ya había sido utilizada previamente por otros autores. Burke y Singer (1998) describieron la utilización de una placa de distracción de parecidas características a las de la citada anteriormente, para el trata-

miento de algunas fracturas muy complejas del radio distal con importante desplazamiento de los fragmentos (66). Becton y cols. (1998) también describieron una placa similar a las anteriores, indicada en fracturas complejas del radio distal y especialmente en pacientes de edad avanzada (67). Otros autores han utilizado placas de diferentes características a las citadas hasta ahora. Gangopadhyay y cols. (2006) presentaron 26 casos de fracturas desplazadas en sentido dorsal, intraarticulares e inestables, que fueron tratadas con placas bioreabsorbibles a las que asociaban un tratamiento adicional con sustitutos óseos. Los resultados obtenidos con este procedimiento fueron buenos o excelentes en 21 de los casos, presentándose sin embargo 5 pérdidas de corrección en los casos restantes, todas ellas ocurridas en fracturas con conminución severa dorsal. La ventaja de este material de fijación según los autores es que es una placa de bajo perfil, fácilmente moldeable y cuyos resultados funcionales son parecidos a los de las placas de metal. Además, no precisan de la retirada del material. Como inconveniente, estas placas no deben ser utilizadas en fracturas con defectos metafisarios superiores a los 7 mm tras la reducción (68).

sarios superiores a los 7 mm tras la reducción (68).

En algunas ocasiones se han utilizado procedimientos combinados internos y externos para el mantenimiento de estas fracturas tras su reducción. Rogachefsky y cols. (2001) presentaron 17 casos de fracturas complejas de radio distal tipo C3, tratados todos ellos por medio de una reducción abierta y posterior estabilización combinada interna (con placa dorsal o palmar, dependiendo del sentido del desplazamiento) y externa (con fijador), con unos resultados buenos o excelentes en 10 de los pacientes. Con esta técnica de tratamiento se restauran normalmente los parámetros radiológicos a los valores próximos a la normalidad, se mantiene la reducción correcta durante el período de curación de la fractura y generalmente se consiguen unos resultados funcionales satisfactorios (69). Sea cual sea el procedimiento de osteosíntesis que se utilice, algunos autores recomiendan el aporte de injerto óseo autólogo suplementario (40,41,46,52,69) u otro sustitutivo óseo (68), especialmente en los casos en que exista un colapso metafisario de la fractura (46,52).

## Bibliografía

- Böhler J.** Tratamiento quirúrgico de las fracturas distales de radio. En: Buck-Gramcko D, Nigst H, editores. Fracturas del extremo distal del radio. Tratamiento y complicaciones. Barcelona: Ancora S.A.; 1991. p. 35-50.
- Pfeiffer KM.** Clasificación e indicaciones terapéuticas de las fracturas distales del antebrazo. En: Buck-Gramcko D, Nigst H, editores. Fracturas del extremo distal del radio. Tratamiento y complicaciones. Barcelona: Ancora S.A.; 1991. p. 15-25.
- Frykman G.** Fracture of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand* 1967; Suppl 108:1-153.
- Catalano LW III, Cole RJ, Gelberman RH, Evanoff BA, Gilula LA, Borrelli J Jr.** Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:1290-302.
- Azzopardi T, Ehrendorfer S, Coulton T, Abela M.** Unstable extra-articular fractures of the distal radius. A prospective, randomised study of immobilisation in a cast versus supplementary percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg* 2005; 87B:837-40.
- Kapandji A.** Ostéosynthèse par double embrochage intrafocal. Traitement fonctionnel des fractures nonarticulaires de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir* 1976; 30:903-8.
- Ruschel PH, Albertoni WM.** Treatment of unstable extra-articular distal radius fractures by modified intrafocal Kapandji method. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2005; 9:7-16.
- Weil WM, Trumble TE.** Treatment of distal radius fractures with intra-focal (Kapandji) pinning and supplemental skeletal stabilization. *Hand Clin* 2005; 2:317-28.
- Clyburn TA.** Dynamic external fixation for comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A:248-54.
- Cannegieter DM, Juttman JW.** Cancellous grafting and external fixation for unstable Colles' fractures. *J Bone Joint Surg* 1997; 79B:428-32.
- Cecilia-López D, Caba-Doussoux P, Delgado-Díaz E, Zafra-Jiménez JA, Vidal-Bujanda C.** Fracturas comminutas intraarticulares de la extremidad distal del radio tratadas con fijación externa. *Rev Ortop Traumatol* 1997; 41-IB(supl 1):58-63.
- Vilatela-Fernandez MA, Bru-Pomer A, Lopez-Vazquez E, Juan-Fenollosa A.** Fracturas de la extremidad distal del radio. Revisión de 20 casos tratados mediante osteosíntesis con placa atornillada. *Rev Ortop Traumatol* 1993; 37-IB:42-6.
- Fitoussi F, Ip WY, Chow SP.** Treatment of displaced intra-articular fractures of the distal end of the radius with plates. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:1303-12.
- Orbay JL, Fernández DL.** Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: A preliminary report. *J Hand Surg* 2002; 27A:205-15.
- Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J.** The comprehensive classification of fractures of long bones. New York: Springer-Verlag; 1990. p.106-15.
- Keating JF, Court-Brown CM, McQueen MM.** Internal fixation of volar-displaced distal radial fractures. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:401-5.
- Jupiter JB, Fernandez DL, Toh ChL, Fellman T, Ring D.** Operative treatment of volar intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg* 1996; 78A:1817-28.
- Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGilivray G, Swiontkowski MF.** Consistency of AO fracture classification for the distal radius. *J Bone Joint Surg* 1996; 78B:726-31.
- Ring D, Prommersberger K, Jupiter JB.** Combined dorsal and volar plate fixation of complex fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg* 2004; 86A:1646-52.
- Ruch DS, Ginn TA, Yang CC, Smith BP, Rushing J, Hanel DP.** Use of a distraction plate for distal radial fractures with metaphyseal and diaphyseal comminution. *J Bone Joint Surg* 2005; 87A:945-54.
- Arenas-Planelles A, García-Sanchotena JL, Martínez-Berganza MT, Escolar-Castellón F.** La radiología en la osteoporosis focal. Presentación de un nuevo método de cotación cifrada de la misma. *Rev S And Traum Ort* 1991; 11:41-3.
- Fernandez DL, Jupiter JB.** Fractures of the distal radius: a practical approach to management. New York: Springer; 1996.
- Nana AD, Joshi A, Lichtman DM.** Plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13:159-71.
- Putnam MD, Seitz WH Jr.** Fracturas distales del radio. En: Bucholz RW, Heckman JD, editores. Rockwood & Green's. Fracturas en el adulto. Quinta edición. Tomo 2. Madrid: Marbán Libros S.L.; 2003. p.815-67.
- Ring D, Jupiter JB, Brennwald J, Buchler U, Hastings H. 2nd.** Prospective multicenter trial of a plate for dorsal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg* 1997; 22A:777-84.
- Smith RS, Crick JC, Alonso J, Horowitz M.** Open reduction and internal fixation of volar lip fractures of the distal radius. *J Orthop Trauma* 1988; 2:181-7.
- Lenoble E, Dumontier C.** Fracture de l'extrémité distale des deux os de l'avantbras chez l'adulte. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris-France), Appareil locomoteur*, 14-045-B-10, 1997, 14 p.
- Orbay JL, Indriago I, Badia A, Khouri RK, Osorio L, Núñez JA, González-Hernández E.** Osteosíntesis volar para las fracturas distales del radio. *Rev Ortop Traumatol* 2003; 47-IB (supl 1):42-7.
- Wright TW, Horodyski M, Smith DW.** Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle tine plate versus external fixation. *J Hand Surg* 2005; 30A:289-99.
- Ducloyer Ph, Kerboul M.** L'ostéosynthèse par plaque dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius à déplacement antérieur. *Rev Chir Orthop* 1990; 76:451-9.
- Rikli DA, Regazzoni P.** Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg* 1996; 78B:588-92.
- Letsch R, Infanger M, Schmidt J, Kock HJ.** Surgical treatment of fractures of the distal radius with plates: a comparison of palmar and dorsal plate position. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003; 123:333-9.
- Cuadros-Romero M, Fernández-Martín JA, López-Arévalo R, De Diego-Aranda G.** Osteosíntesis dorsal en las fracturas del radio distal: indicaciones, resultados y complicaciones. *Rev Ortop Traumatol* 2003; 47-IB (supl 1):33-41.
- Axelrod TS, McMurtry RY.** Open reduction and internal fixation of comminuted, intraarticular fractures of the distal radius. *J Hand Surg* 1990; 15A:1-11.



35. **Beharrie AW, Beredjiklian PK, Bozentka DJ.** Functional outcomes after open reduction and internal fixation for treatment of displaced distal radius fractures in patients over 60 years of age. *J Orthop Trauma* 2004; 18:680-6.
36. **Van der Linden W, Ericson R.** Colles' fracture. How should its displacement be measured and how should it be immobilized? *J Bone Joint Surg* 1981; 63A:1285-8.
37. **Jenkins NH, Jones DG, Johnson SR, Mintowt-Czyz WJ.** External fixation of Colles' fractures. An anatomical study. *J Bone Joint Surg* 1987; 69B:207-11.
38. **Howard PW, Stewart HD, Hind RE, Burke FD.** External fixation or plaster for severely displaced comminuted fractures? A prospective study of anatomical and functional results. *J Bone Joint Surg* 1989; 71B:68-73.
39. **Porter M, Stockley I.** Fractures of the distal radius. Intermediate and end results in relation to radiologic parameters. *Clin Orthop* 1987; 220:241-52.
40. **Carter PR, Frederick HA, Laseter GF.** Open reduction and internal fixation of unstable distal radius fractures with a low-profile plate: a multicenter study of 73 fractures. *J Hand Surg* 1998; 23A:300-7.
41. **Hahnloser D, Platz A, Amgwerd M, Trentz O.** Internal fixation of distal radius fractures with dorsal dislocation: pi-plate or two 1/4 tube plates? A prospective randomized study. *J Trauma* 1999; 47:760-5.
42. **Campbell DA.** Open reduction and internal fixation of intra articular and unstable fractures of the distal radius using the AO distal radius plate. *J Hand Surg* 2000; 25-B:528-34.
43. **Krukhaug Y, Hove LM.** Experience with the AO Pi-plate for displaced intraarticular fractures of the distal radius. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004; 38:293-6.
44. **Osada D, Tamai K, Iwamoto A, Fujita S, Saotome K.** Dorsal plating for comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *Hand Surg* 2004; 9:181-90.
45. **Fawzy EA, Kateros KT, Papagelopoulos PJ, Themistocleous GS, Chennan-giri RJ, Gillham NR.** Open reduction and internal fixation of distal radial fractures using the Pi-plate. *Injury* 2005; 36:317-23.
46. **González del Pino J, Rodríguez-Merchán EC.** La problemática actual de las fracturas del radio distal. *Rev Ortop Traumatol* 2003; 47-IB (supl 1):1-2.
47. **Ruch DS, Papadonikolakis A.** Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg* 2006; 31A:9-16.
48. **Knirk JL, Jupiter JB.** Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A:647-59.
49. **Hove LM, Nilsen PT, Furnes O, Oulie HE, Solheim E, Molster AO.** Open reduction and internal fixation of displaced intraarticular fractures of the distal radius. 31 patients followed for 3-7 years. *Acta Orthop Scand* 1997; 68:59-63.
50. **Kambouroglou GK, Axelrod TS.** Complications of the AO/ASIF titanium distal radius plate system (¿ plate) in internal fixation of the distal radius: A brief report. *J Hand Surg* 1998; 23A:737-41.
51. **Kamano M, Honda Y, Kazuki K, Yasuda M.** Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius. *Clin Orthop* 2002; 397:403-8.
52. **Lee BP, Tan CT.** Comminuted intraarticular fracture of the distal radius results of early open reduction and internal fixation. *Singapore Med J* 1992; 33:612-5.
53. **Missakian ML, Cooney WP, Amadio PC, Glidewell HL.** Open reduction and internal fixation for distal radius fractures. *J Hand Surg* 1992; 17A:745-55.
54. **Martinez AA, Canales V, Cuenca J, Herrera A.** Minifragment plating for fractures of the distal radius. *Acta Orthop Belg* 2004; 70:311-4.
55. **Arora R, Lutz M, Fritz D, Zimmermann R, Oberladstatter J, Gabl M.** Palmar locking plate for treatment of unstable dorsal dislocated distal radius fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 125:399-404.
56. **Smith DW, Henry WH.** Volar fixed-angle plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13:28-36.
57. **Westphal T, Piatek S, Schubert S, Winckler S.** Outcome after surgery of distal radius fractures: no differences between external fixation and ORIF. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 125:507-14.
58. **Bradway JK, Amadio PC, Cooney WP.** Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:839-47.
59. **Fernandez DL, Geissler WB.** Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg* 1991; 16A:375-84.
60. **Voche Ph.** Fracturas recientes del extremo distal del radio en el adulto. En: Merle M, Dautel G, Loda G, editores. *Mano traumática. Cirugía secundaria. Muñeca traumática.* Tomo II. Barcelona: Masson S.A.; 1996. p. 309-20.
61. **Lee HC, Wong YS, Chan BK, Low CO.** Fixation of distal radius fractures using AO titanium volar distal radius plate. *Hand Surg* 2003; 8:7-15.
62. **Constantine KJ, Clawson MC, Stern PJ.** Volar neutralization plate fixation of dorsally displaced distal radius fractures. *Orthopedics* 2002; 25:125-8.
63. **Kreder HJ, Hanel DP, Agel J, McKee M, Schemitsch EH, Trumble TE, Stephen D.** Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius. A randomised controlled trial. *J Bone Joint Surg* 2005; 87B:829-36.
64. **Bell JSP, Wollstein R, Citron ND.** Rupture of flexor pollicis longus tendon. A complication of volar plating of the distal radius. *J Bone Joint Surg* 1998; 80B:225-6.
65. **Chow SP, Ip WY, Poon TL.** Comminuted intra-articular fracture of the distal radius. The technique of open reduction and internal fixation with plating. *Hand Surg* 1999; 4:175-80.
66. **Burke EF, Singer RM.** Treatment of comminuted distal radius with the use of an internal distraction plate. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 1998; 2:248-52.
67. **Becton JL, Colborn GL, Goodrich JA.** Use of an internal fixator device to treat comminuted fractures of the distal radius: report of a technique. *Am J Orthop* 1998; 27:619-23.
68. **Gangopadhyay S, Ravi K, Packer G.** Dorsal plating of unstable distal radius fractures using a bio-absorbable plating system and bone substitute. *J Hand Surg* 2006; 31B:93-100.
69. **Rogachefsky RA, Lipson SR, Applegate B, Ouellette EA, Savenor AM, McAuliffe JA.** Treatment of severely comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius by open reduction and combined internal and external fixation. *J Bone Joint Surg* 2001; 83A:509-19.